



TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennusalan työnjohto

MESTARITYÖ

PUMPPUTASOITTEET TOIMITILARAKENTAMISESSA

Työn tekijä: Matti Tiihonen
Työn ohjaajat: Kimmo Kärkkäinen
Niilo Kemppainen

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

Niilo Kemppainen
lehtori



ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö toteutettiin NCC Rakennus Oy:n toimeksiantona. NCC Rakennus Oy:n laatu- ja ympäristöpäällikkö Kimmo Kärkkäinen toimi opinnäytetyön ohjaajana. Metropolia Ammattikorkeakoulun valvojaopettajana toimi lehtori Niilo Kemppainen.

Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita ja siihen tietoa antaneita.

Helsingissä 8.11.2010

Matti Tiihonen

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Matti Tiihonen	
Työn nimi: Pumpputasoitteet toimitilarakentamisessa	
Päivämäärä: 8.11.2010	Sivumäärä: 35 s. + 2 liitettä
Koulutusohjelma: Rakennusalan työnjohto	
Työn ohjaaja: lehtori Niilo Kemppainen, Metropolia Ammattikorkeakoulu	
Työn ohjaaja: laatu- ja ympäristöpäällikkö Kimmo Kärkkäinen, NCC Rakennus Oy	
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin NCC Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Opinnäytetyön taustalla on aikaisempi projektityö pumpputasoitteista ja sen perusteella suoritettu kokeilu NCC Rakennus Oy:n kohteessa. Pumpputasoitteet ovat asuntorakentamisessa tuttu tapa tehdä pintalattiat, mutta toimitilarakentamisessa sitä ei juurikaan ole käytetty. NCC Rakennus Oy:n toimistokohteessa on lähdetty kokeilemaan pumpputasoitusta, ja kyseiseltä työmaalta onkin tärkeä tutkia käytännön kokemuksia.</p> <p>Tutkimuksen tärkeimpinä tehtävinä on selvittää toteutetun kohteen tietojen avulla syntyneet kustannukset, aikatauluvaikutukset ja saavutettava laatu. Saatujen tietojen perusteella pumpputasoitusta vertaillaan perinteisempään pintabetonilattiaan. Lisäksi tutkitaan minkälaisia asioita työnjohdon tulisi ottaa huomioon aikataulu- ja työnsuunnittelussa sekä elementtiasennuksessa.</p> <p>Tutkimusmenetelminä oli kokemusten ja dokumenttien kerääminen työmaalta, työmaahenkilökunnan ja materiaalitoimittajien haastattelut sekä kirjallisuustutkimus. Vertailutieto- ja kustannusvertailuun saatiin aiemmin NCC Rakennus Oy:n toteuttamasta toimistokohteesta.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena saatiin selville pumpputasoituksen kustannukset neliötä kohden. Vertailemalla näitä kustannuksia pintabetonilattian kustannuksiin selvitettiin raja-arvoja kannattavalle tasoitepaksuudelle sekä ontelolaattojen kaarevuudelle. Lisäksi selvitettiin, kuinka pumpputasoitus tulisi ajoittaa ja minkälaisia toimenpiteitä pumpputasoitus vaatii työnjohdolta.</p> <p>Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää tulevilla projekteilla, joissa harkitaan pumpputasoituksen käyttöä ja tarvitaan käytännön tietoa tulevaan toteutusta varten ja sen aikana.</p>	
Avainsanat: pumpputasoite, toimitilarakentaminen, kustannus, aikataulu, laatu	

ABSTRACT

Name: Matti Tiihonen

Title: Pump Fillers At Commercial Building

Date: 8. November 2010

Number of pages: 35 + 2 attachments

Department:

Construction Management

Instructor: Niilo Kemppainen, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences

Supervisor: Kimmo Kärkkäinen, Quality and Environment Manager, NCC Rakennus Oy

This thesis was commissioned by NCC Rakennus Oy. Thesis is based on earlier project work and test which was based on project work. Pump fillers are a well known way to do floors at house construction, but in commercial construction it has hardly been used. Now pump fillers are tested at NCC's office site and it's important to observe experiences from there.

The main tasks of this thesis are to observe and find out the costs, timetable and quality. With those facts pump fillers are compared to the concrete floors. Thesis also explores what kind of things foremen should notice when planning timetable and leading the installation of the concrete elements.

The research methods were experimentation and document collection from the site, interviews of building site personnel and material suppliers and literature research. Costs were compared to the costs of concrete floors from NCC's earlier office building at Vantaa.

The research results showed costs of pump fillers per square meter. By comparing these costs to the cost of concrete floor, thresholds for thickness of fillers and for curvature of hollow core elements were investigated. Results also tell how pump fillers effect to the timetable and what kind of things foremen needs to foresee.

The results can be used in future projects, where use of pump fillers is considered and where foremen need facts about the use of pump fillers.

Keywords: pump filler, commercial building, costs, timetable, quality

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	YRITYS	2
3	PUMPPUTASOITTEET YLEISESTI	3
3.1	Mitä pumpputasoitteet ovat?	3
3.2	Käyttökohteet ja alusta	3
3.3	Materiaaliominaisuudet	4
3.4	Työmenetelmät	6
3.5	Kipsitasoitteet	8
4	PINTABETONILATTIA	10
5	TUTKIMUSKOHDE	12
5.1	Kohteen yleistiedot	12
5.2	Toteutus ja suunnitteluorganisaatio	14
5.3	Työmaaorganisaatio	14
6	TUTKIMUSMENETELMÄT	15
6.1	Kirjallisuustutkimus	15
6.2	Haastattelut	15
6.3	Dokumenttien kokoaminen	15
7	KUSTANNUKSET	17
7.1	Tutkimuskohteen toteutuneet kustannukset	17
7.1.1	<i>Kustannusten muodostuminen</i>	17
7.1.2	<i>Kustannusten jakaantuminen</i>	19
7.2	Pintabetonilattian kustannukset	20
7.2.1	<i>Kustannusten muodostuminen</i>	20
7.2.2	<i>Kustannusten jakaantuminen</i>	21
7.3	Pumpputasoituksen ja pintabetonilattian kustannusten vertailu.	21
7.4	Kipsitasoitteiden kustannukset	22
7.4.1	<i>Kipsitasoitteiden kustannusvaikutukset</i>	22
7.4.2	<i>Teoreettinen kustannuslaskelma</i>	23

8	VAIKUTUKSET RAKENNESUUNNITTELUUN	25
9	AIKATAULU	26
9.1	Pumpputasoituksen ajoitus	27
9.2	Vaikutus muihin työvaiheisiin	27
10	TYÖNSUUNNITTELU	29
10.1	Vaikutus elementtiasennukseen ja saumavaluihin	29
10.2	Työsuoritteet ennen pumpputasoitusta	30
11	LAATU	32
12	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
	VIITELUETTELO	35

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan pumpputasoitteiden käyttöä toimitilarakentamisessa. Opinnäytetyön tutkimuskohteena on pääsääntöisesti NCC Rakennus Oy:n toteuttama toimistorakennus Airport Plaza Business Park Vantaalla. Kyseisessä kohteessa on lähdetty kokeilemaan perinteisemmän pintabetonilattian sijaan asuntorakentamisessa enemmän käytettyä pumpputasoitusta lattioiden tekemisessä. Opinnäytetyö on jatkoa Metropolia Ammattikorkeakoulussa syksyllä 2009 tehdylle projektityölle, jossa yhtenä osa-alueena oli pumpputasoitteet. Projektityössä tutkittiin yhtenä osa-alueena pumpputasoitteiden ominaisuuksia ja soveltuvuutta toimitilarakentamiseen. Sitten pumpputasoitteita on lähdetty kokeilemaan toimitilarakentamisessa jo aiemmin mainitussa toimistokohteessa Vantaalla. Opinnäytetyön tarkoituksena on jatkaa tuota teoriapohjaista tutkimusta ja tutkia mm. toteutetusta kohteesta saatuja tietoja ja selvittää niiden perusteella käytännön toteutusta.

Tutkimuksessa kerätään tietoa toteutetun kohteen dokumenteista ja sen henkilökunnalta. Lisäksi tietoa kerätään materiaalivalmistajien tuotetiedoista sekä urakoitsijoilta. Tutkimuksen päähaaroina ovat kustannukset, aikatauluvaikutukset, vaikutukset työnsuunnitteluun ja elementtiasennukseen sekä saavutettava laatu. Vertailutietoa pintabetonilattioihin saadaan Airport Plaza Rondon kohteesta.

Opinnäytetyön alussa tutustutaan tarkemmin aiheeseen ja sen taustoihin. Siinä selitetään lähtökohdat tutkimukselle ja se, miksi kyseistä aihetta on alettu tutkia. Lisäksi selvitetään tutkimusmenetelmät haastatteluineen. Sen jälkeen selvitetään lyhyesti tiedot pumpputasoitteista ja niiden käytöstä yleisesti. Työn pääosassa tutkitaan toteutuneita kustannuksia pumpputasoitteiden ja pintabetonilattioiden kesken toteutettujen kohteiden dokumenttien valossa, pumpputasoitteiden vaikutuksia aikatauluun, elementtiasennuksessa huomioitavia asioita sekä työnsuunnittelussa huomioitavia asioita kohteessa, jossa käytetään pumpputasoitteita. Lisäksi tutkitaan pumpputasoitteilla saavutettua lattiapinnan laatua. Lopuksi näiden tutkimusten perusteella muodostetaan johtopäätökset kustannus-, aikataulu ja laatuvaikutuksista sekä vaikutukset työnjohtoon ja suunnitteluun.

2 YRITYS

Tämä opinnäytetyö tehtiin NCC Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Suomessa NCC Rakennus Oy kuuluu yhdessä NCC Property Developmentin ja NCC Roadsin kanssa NCC (Nordic Construction Company) yritysperheeseen, jonka historia juontaa 1800-luvun loppuun, Göteborgin laivanvarustajiin. Suomessa NCC toimii Puolimatka Oy:n rakennustoiminnan jatkajana. Armas Puolimatka perusti rakennusyrityksensä 1947. Myöhemmin vuonna 1985 omistajaksi tuli Hankkija, joka muuttui 1990 Novera-Yhtymäksi. Noveran tehtyä konkurssin vuonna 1992 omistajaksi vaihtui Kansallis-Osake-Pankki ja vuonna 1993 Puolimatka ja Rakennus-Ruola fuusioitiin. Ruotsin toiseksi suurin rakennusyritys NCC AB osti Puolimatkan rakennustoiminnan vuonna 1996 ja näin NCC Puolimatka Oy aloitti toimintansa. Nimi muutettiin 1999 NCC Finland Oy:ksi, joka jakautui 2003 kolmeen osaan, joista muodostui NCC Rakennus Oy, NCC Property Development Oy ja NCC Roads Oy. Nykyään NCC Rakennus Oy on yksi Suomen suurimmista rakennusyrityksistä ja sen toimialoina ovat asunto- ja talonrakentaminen. [1.]

3 PUMPPUTASOITTEET YLEISESTI

3.1 Mitä pumpputasoitteet ovat?

Pumpputasoitteet ovat itsestään tasoittuvia pumpattavia lattiatasoitteita, joilla voidaan tehdä valmista laatuvaatimukset täyttävää alustaa lattian pintamateriaaleille. Pumpputasoitteet tunnetaan rakennusalalla myös nimellä plaano, ja niitä on käytetty enimmäkseen asunto- ja korjausrakentamisessa laajalti jo 1970-luvulta lähtien. Toimitilarakentamisessa käyttö on ollut huomattavasti vähäisempää. Tutkimuksessa tuli tietoon, että pumpputasoitteita olisi aiemminkin kokeiltu toimitilarakentamisessa, mutta niiden käytöstä olisi kuitenkin luovuttu. Tietojen mukaan 1990-luvulla Nokian kasvaessa voimakkaasti, sen toimitilojen lattiat tehtiin pääsääntöisesti pumpputasoitteilla. Myös Kampin keskuksessa ja Sanomatalossa on käytetty pumpputasoitteita. Vantaan Tiililattiot Oy:n toimitusjohtajan Harri Holmgrenin mukaan pumpputasoitteiden käytöstä ei varsinaisesti ole kuitenkaan luovuttu, sitä vain ei ole kunnolla aloitettukaan. Pääsyyinä tähän lienee materiaalimenekki ja sen myötä liian korkeat kustannukset, sekä vähäiset kokemukset pumpputasoitteiden käytöstä toimitilarakentamisessa. Tämä johtuu usein siitä, että toimitilarakentamisessa lattiapinnat ovat laajoja yhtenäisiä kokonaisuuksia, jolloin ontelolaattojen pituudesta aiheutuva kaarevuus alustassa nostaa materiaalimenekin liian suureksi. Materiaaliominaisuudet ja hintojen kehitys on kuitenkin muuttanut tilanteen ja nykyään pumpputasoitteet ovat alkaneet kiinnostaa myös toimitilarakentamisessa. Mielenkiintoa on laajemminkin ja tämä onkin yksi syy tälle opinnäytetyölle. Mielenkiintoa on herättänyt saavutettava laatu, nopeus ja työsuorituksen helppous. Kustannukset ovat yksi tärkeä asia ja ne ovatkin yksi tämän tutkimuksen tärkeimmistä seikoista. Pumpputasoitteita valmistavat lähes poikkeuksetta kaikki yleisimmät rakennusalan tasoitevalmistajat, kuten Maxit, Knauf, Kiilto, Fescon ja Bostik. Pumpputasoituksiä suorittavia yrityksiä löytyy myös melko kattavasti ympäri Suomen. [2; 3.]

3.2 Käyttökohteet ja alusta

Ominaisuuksiensa puolesta pumpputasoitteita voidaan käyttää kaikenlaisessa rakentamisessa. Pumpputasoitteista löytyy ominaisuuksiltaan riittäviä tuotteita myös vaativille, kuten kovalle rasitukselle tai kulutukselle altistetuille alustoille. Yleisimmät alustat ovat ontelolaatta ja raakavalu, mutta tasoitteita voidaan käyttää myös puupohjille. Puualustassa on kuitenkin tiiveyden

vuoksi käytettävä aluspaperia. Alustan suhteellisen kosteuden tulee olla $< 90 - 95 \%$, riippuen tasoitteen valmistajasta. Ennen pumppausta alustasta tulee poistaa kaikki lika ja pöly sekä irtonainen materiaali esimerkiksi hiomalla tai jyrsimällä. Huomioitavaa on myös alustan tiiveys, sillä pumpputasoitteet ovat hyvin juoksevaa ja näin ollen ne kulkeutuvat läpi pienestäkin alustassa olevasta reiästä. Ennen varsinaisen tasoitteen pumppausta alustaan levitetään tartuntaa parantava primerointiaine (kuva 1). [2; 3.]



Kuva 1. Primerin levitys käynnissä Pilkkeen aulassa.

3.3 Materiaaliominaisuudet

Pumpputasoitteita löytyy markkinoilta sementti- ja kipsipohjaisina. Näistä sementtipohjaiset ovat huomattavasti yleisempiä Suomessa. Muualla Euroopassa tilanne on toisinpäin ja kipsipohjaisia tasoitteita käytetään enemmän kuin sementtipohjaisia. Ainoa Suomessa käytössä oleva kipsitasoite, mikä tutkimuksessa tuli ilmi, on Knauf FE 80-lattiatasoite. Lujuusluokiltaan sementtipohjaiset perustasoitteet ovat K25 - 30 ja pikatasoitteet K35. Kipsitasoitteen lujuus on sementtipohjaisia suurempi eli K40.

Suosittelavat kerrospaksuudet vaihtelevat 5 - 80 mm välillä. Erityistapauksissa maksimikerrospaksuutta voidaan lisätä vähentämällä veden määrää, mutta kyseisen toimintatavan mahdollisuus riippuu täysin valmistajasta ja valmistajan työohjeista. Lisäksi materiaalien hinta rajoittaa järkevää maksi-

mipaksuutta, jotta kustannukset eivät nousisi liian korkeiksi. Liian ohutta kerrosta ei voida tehdä, koska tällöin pinnasta ei tule tasaista. Urakoitsijat suosittelevatkin yleensä n. 8 mm minimipaksuutta, jolloin lopullisesta pinnasta saadaan varmasti suora ja tasainen eikä laatuongelmia synny.

Taulukko 1. Pumpputasoitteiden materiaaliominaisuuksia

Tuote	Maxit Floor 4150	Maxit Floor 4160 Pikaplaano	Bostik Flexi (No-peasti kuivuva)	Kiilto Pro Plan Universal	Knauf FE 80 (kipsi)
Menekki kg/m ² (1 milli)	1,7	1,7	1,6	1,6	1,8
Suosittelava kerrospaksuus	5-50	0-30	1-20	4-30	20-80
Kutistuma mm/m	< 0,4	< 0,5	< 0,5	≤0,4	n. 0,1
Käveltävyys	3-4h	n. 1 h	1-4h	n. 8h	n. 1 vrk
Tartuntalujuus	> 1 Mpa	> 1 Mpa	> 1,5 Mpa	> 1 Mpa	Ei tiedossa
Puristuslujuus	> 20 Mpa	> 30 Mpa	> 30 Mpa	> 16 Mpa	> 30 Mpa
Taivutusvetolujuus	> 5 Mpa	> 7 Mpa	> 7 Mpa	> 5 Mpa	> 6 Mpa
Päällystettävyyys	1-3 vko	1-2 vrk	1 vrk	n. 2 vko	2-8 vko
Käyttöaika	n. 20 min	n. 15 min	20-30 min	n. 20 min	n. 60 min

Karkeasti voidaan sanoa, että sementtipohjaiset tasoitteet kuivuvat 1 cm/viikko ja kipsitasoitteet 1 cm/5vrk. Pumpputasoitteiden kutistuminen on suhteellisen vähäistä. Sementtipohjaisilla kutistumat ovat 0,4 - 0,5 mm/m luokkaa ja kipsillä vain 0,1 mm/m. Luonnollisesti materiaaliominaisuudet vaihtelevat hieman riippuen valmistajasta ja kuivumisaika vaihtelee riippuen olosuhteista. Oheisessa taulukossa on listattu tärkeimpiä materiaaliominaisuuksia muutamien valmistajien tuotetiedoista (Taulukko 1). Kuten taulukosta nähdään, niin ns. pikatasoitteet ovat erittäinkin nopeasti valmiina pintamateriaalien asennukselle. Teoriassa pintamateriaalit voidaan asentaa parhaimmillaan jo vuorokauden kuluttua pumppauksesta. Toki kyseinen aika on riippuvainen pintamateriaalien alustalle asettamista kosteusvaatimuksistakin, mutta pääsääntöisesti voidaan puhua muutamista päivistä. [2; 4; 5; 6; 7.]

3.4 Työmenetelmät



Kuva 2. Pumppausajoneuvot Pilkkeen työmaalla. Oikeanpuoleinen ajoneuvo pumppausyksikkö ja vasemmalla tasoitteen kuljetusajoneuvo

Yleisimmin pumpputasoitus suoritetaan työmaalle tuotavasta kuorma- tai rekka-autosta. (Kuva 2.) Pieniä tasoituksia voidaan suorittaa myös pienemmillä liikuteltavilla pumpuilla. Varsinainen pumppausajoneuvo, eli pumppausyksikkö, pitää sisällään siilon, sekoittajan ja pumpun. Käytettävä tasoitteen kuiva-aines tuodaan työmaalle pumppausyksikön siilossa ja tarvittava lisätasoite toimitetaan erillisellä kuljetuskalustolla. Pumppausyksiköissä on yleisimmillään itsessään nostimet, joilla 1 000 kg suursäkeissä toimitettavat tasoitteet voidaan lisätä siiloon. (Kuva 1.) Pumppausyksiköt tarvitsevat työmaalla 32 A virran ja veden. Joillain yrityksillä on käytössä myös kalustoa, joka pystyy tarvittaessa tuottamaan itse tarvitsemansa virran ja jopa tuomaan rajallisen määrän vettä työmaalle. Yleisesti ottaen kannattaa kuitenkin varautua siten, että työmaalta löytyy 32 A virta ja vesipiste. Työryhmän koko on yleisemmin 3 - 5 henkilöä. Minimissään siis riittää, että yksi työntekijä laskee tasoitetta, toinen levittää ja tasoittaa ja kolmas hoitaa pumppausyksikköä. Vaativimmissa kohteissa voidaan miehitystä lisätä.

Nykyisellä kalustolla voidaan pumpata jopa 100 m korkeuteen ja tarvittaessa korkeammallekin pumppaaminen onnistuu erillisiä väliasemia käyttäen. Näin ollen Suomessa rakennettavien rakennusten korkeudet eivät rajoita pump-

pauksen suorittamista. Pumppauskaluston suorituskyky ei juurikaan rajoita pumpattavan alueen suuruutta normaaleissa kohteissa. Esimerkiksi Espoon Lattiapinnoitteen pumppausyksikkö voi pumpata 10 t tunnissa, mikä tarkoittaa 30 mm kerroksella n. 200 m² valmista lattiapintaa tunnissa.



Kuva 3. Pilkkeen aulan lattian tasoiteen pumppausta

Vaikka pumpputasoitteita sanotaan itsestään tasoittuviksi, se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että tasoitteen voi kuka vain laskea lattialle ja lopputulos on laadukas. Laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseen vaaditaan ammattitaitoa ja kokemusta pumpputasoituksesta. Lopullinen levitys ja tasoitus tehdään erilaisilla lastoilla, teloilla tai rissoilla (kuva 4). Käytettävät välineet riippuvat hyvin pitkälti työnsuorittajista, jotka ovatkin kehittäneet erilaisia työkaluja toimenpiteeseen. [2; 3; 8.]



Kuva 4. Pumpputasoitteen tasausta siihen tarkoitettu työkälulla

3.5 Kipsitasoitteet

Kipsitasoitteet ovat myös yksi kiinnostusta herättänyt asia pumpputasoitteissa. Suomessa kipsipohjaisten tasoitteiden käyttö on huomattavasti vähäisempää kuin muualla Euroopassa. Vuonna 2009 Suomen pumpputasoitteemarkkinat olivat n. 24 miljoona kiloa ja tästä kipsipohjaisten tasoitteiden osuus oli n. 30 %. Muualla Euroopassa suhteet ovat päinvastaiset. NCC Rakennus Oy:n rakennuskohteista mm. Myyrmäen sosiaali- ja terveysaseman korjauskohteessa lattiat on pumpattu Knauf FE 80 -kipsitasoitteella. [2; 9.]

Sementtipohjaisiin tasoitteisiin verrattuna kipsipohjaiset ovat kovempia, lujuuden ollessa K40 luokkaa. Kovuutensa ansiosta kipsipohjaiset tasoitteet käyvät hyvin erityisesti toimistorakennuksiin, joissa mm. toimistotuolien renkaat rasittavat lattiaa ja vaativat lattialta kestävyyttä. Kipsipohjaiset tasoitteet myös kutistuvat huomattavasti vähemmän kuin sementtipohjaiset. Kipsipohjaisten tasoitteiden kutistuma on n. 0,1 mm/m, kun taas sementtipohjaisilla kutistuma on n. 0,4 - 0,5 mm/m. Toki sementtipohjaistenkin tasoitteiden kutistuma on aivan riittävän vähäinen normaalitapauksissa. Kuivumisajaltaan kipsipohjaiset tasoitteet ovat myös hieman sementtipohjaisia nopeampia. Pikakipsitasoitteitakin löytyy, mutta ne ovat jopa materiaalitoimittajan mielestä niin kalliita, että ne eivät ole kustannustehokkaita kuin erityistapauksissa.

Työmenetelmien ja pumppauskaluston osalta kipsipohjaiset tasoitteet eivät eroa sementtipohjaisista käytännössä juuri mitenkään. Ainoana erona voi-

daan pitää kipsitasoitteiden työstettävyyttä, joka eroaa sementtipohjaisista siltä osalta, että niitä joudutaan hieman enemmän tasoittamaan. Kipsitasoitteet eivät siis ole aivan yhtä hyvin "itsestään tasoittuvia" kuin sementtipohjaiset. [2; 7.]

4 PINTABETONILATTIA

Pintabetonilattia on toimitilarakentamisessa yleisesti käytetty lattiatyyppe. Sitä käytetään joko paikallavalettujen laattojen tai elementtirakenteiden päällä. Yleensä paikallavalulaatta kuitenkin tehdään kerralla niin hyväpintaiseksi, että erillistä pintabetonilattiaa ei tarvita lainkaan. Sen sijaan esimerkiksi ontelolaatat luonnollisestikin vaativat erillisen pintabetonilaatan tai tasoitekerroksen, jotta alusta olisi laadultaan riittävä pintamateriaalien asennukselle. Pintabetonilattian eduksi voidaan laskea se, että siihen voidaan kiinnittää erilaisia raudoitteita ja kiinnikkeitä. Pumpputasoitteita käytettäessä tämä ei ole mahdollista.

Pintabetonilattiat voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään:

- raudoittamattomat (30-50mm) alustaan kiinnitetyt lattiat
- raudoitettut (50-80mm) alustastaan kiinnitetyt lattiat
- raudoitettut ((40)60-150mm) alustasta irti olevat ns. uivat lattiat.

Lisäksi on olemassa polymeerisementti- eli muovibetonia, jolla on mahdollista tehdä vain 10 - 30 mm paksua alustassa kiinni olevaa lattiaa.

Toimitilarakentamisessa yleisimmin käytetään raudoitettua alustaan kiinnitettyä lattiaa. Pintabetonilattian rauditus asennetaan ennen valua valettavalle alustalle. Rauditus nostetaan korokepaloilla alustasta irti sopivaan korkeuteen. Betoni kuljetetaan kohteeseen siihen tarkoitettulla kuljetuskalustolla ja pumpataan kerrokseen joko erillisellä autobetonipumpulla tai kuljetuspumppuautolla. Autobetonipumput pystyvät pumppaamaan betonin n. 50 m korkeudelle. Betoni voidaan myös siirtää valettavaan kerrokseen torninosturilla käyttäen siihen tarkoitettua nostoastiaa. Lopullinen betonin levittäminen ja tasaaminen tapahtuu käsin linjaareita, lapioita ja betonivibraa käyttäen.

Pintabetonilattian pinta voidaan käsitellä eri tavoin riippuen lopullisesta pintamateriaalista. Valun jälkeen pinta yleensä hierretään joko teräs- tai puuhiertimellä. Koska hiertämällä tehty pinta ei yleensä täytä pintamateriaalin asettamia vaatimuksia, joudutaan lattia yleensä ylitasoittamaan ennen pintamateriaalien asennusta. Lisäksi betonipinta hiotaan yleensä koneellisesti jälkihoidon päätyttyä. Hionnan tarkoituksena on poistaa valun pinnasta sementtiliima lattian kuivumisen parantamiseksi ja pintamateriaalien tartunnan

varmistamiseksi. Jos lattia on onnistuttu valamaan suoraksi ja hiertäminen on onnistunut hyvin, voidaan pintamateriaalit asentaa ilman erillistä tasoitusta. Jos pintamateriaalina on mosaiikkiparketti, tulee tasoitusta jopa välttää. Toimistorakennuksissa käytetään kuitenkin usein muovimattojen ja linoleumlaattojen kaltaisia pintamateriaaleja, ja käytäntö on osoittanut, että lähes poikkeuksetta nämä ovat vaatineet lattian ylitasoituksen ennen asennusta.

[10.]

5 TUTKIMUSKOHDE

5.1 Kohteen yleistiedot



Kuva 5. Plaza Pilke ja Hehku arkkitehtikuvassa

Opinnäytetyön pääsääntöinen tutkimuskohde on NCC Rakennus Oy:n toteuttama toimistorakennus Vantaalla. Plaza Pilke (kuva 5) sijaitsee Vantaan Äyritiellä ja on osa viiden toimistorakennuksen muodostamaa Airport Business Park Plazan kolmatta vaihetta (Kuva 6), joka puolestaan on osa Vantaan Aviapoliksen yrityskeskittymää Kehä III:n varressa, Helsinki-Vantaan lentokentän läheisyydessä. Kolmannen vaiheen 5 rakennusta ovat kokonaislaajuudeltaan n. 31 000 kem². Rakennukset tulevat tarjoamaan työpisteet n. 1 500 hengelle ja pitävät sisällään 600 kpl autopaikkoja. Kolmannen vaiheen viimeisen rakennuksen, Halon, suunniteltu valmistumisaika on 12/2014. [11; 12.]



Kuva 6. Airport Business Park Plaza kolmannen vaiheen rakennukset. Pilke on rakennuksista sininen.

Tutkittavassa toimistorakennuksessa Plaza Pilkkeessä on kellari ja kahdeksan maanpäällistä kerrosta. Kerroksiin 1 - 7 tulee toimistoja ja ylimmässä kerroksessa on iv-konehuone. Kohteen rakennustyöt on aloitettu 14.12.2009 ja kohteen aikataulun mukainen valmistuminen on 28.2.2011. Pinta-alaltaan rakennus on $6\,885\text{ brm}^2$ ja tilavuudeltaan $27\,573\text{ brm}^3$. Plazan Pilke-rakennus on Suomen ensimmäinen A-energialuokan vaatimukset täyttävä kaupallinen toimistokohde. Kokonaispinta-alasta pumputasoitettavia lattioita on hieman alle 5000 m^2 , eli suurin osa rakennuksen latioista tehdään silillä. Kuten yleensäkin toimistorakennuksissa kerroksien lattiat tehdään yhteisenä tilana muunneltavuuden vuoksi. Tämä mahdollistaa tilojen muokkaamisen käyttötarpeiden mukaan tulevaisuudessa, eikä seinien kohtia tarvitse mahdollisissa muutostöissä paikkailla. Alustana suoritettavilla pumputasoituksilla on ontelolaatasto. Kohteessa on käytetty P20, P32 ja P40 ontelolaattoja jotka ovat pisimmillään n. 10m pitkiä.

Pintamateriaaleina kohteessa käytetään toimistotilojen osalta pääasiassa linoleummattoa. Joitain alueita toimistotiloista on muutettu käyttäjämuutoksien perusteella tehtäväksi myös tekstiilimatolla ja vinylilankulla. Lisäksi käyte-

tään lattiamateriaaleina porraskäytävissä vinyylilaattaa, muovimattoja sähkökomeroissa ja toimistojen keittiökalusteiden alla. 1. kerroksen lattioissa on myös aulassa laatoitusta, lautaparkettia ravintolassa sekä akryylibetonia keittiössä. [11; 12; 13.]

5.2 Toteutus ja suunnitteluorganisaatio

Plaza Pilke on omaperustaisena rakennushankkeena toteutettava uudiskohde. Rakennuttajana hankkeessa toimii NCC Property Development Oy ja päätoteuttajana NCC Rakennus Oy.

Kohteen arkkitehtisuunnittelusta vastaa vantaalainen Arkkitehtitoimisto Forma-Futura Oy ja rakenne- sekä elementtisuunnittelusta NCC Rakennus Oy:n omistama Optiplan Oy. Optiplan Oy vastaa myös kohteen LVIA- ja sähkösuunnittelusta. Muina suunnittelijoina toimivat espoolainen Paloässät Oy, joka vastaa paloteknisestä suunnittelusta sekä pohjarakennesuunnittelun toteuttava Insinööritoimisto Severi Anttonen Ky Helsingistä. [13]

5.3 Työmaaorganisaatio

Työmaaorganisaatioon kuuluu yhdeksän NCC Rakennus Oy:n palveluksessa työskentelevää henkilöä:

Työpäällikkö Jussi Malmelin

Vastaava työnjohtaja Antti Virtanen

Talotekniikka-asiantuntija Jukka Isotalo

Työmaainsinööri Jaakko Hakala

Suunnittelun ohjaaja Laura Vatanen

Hankintainsinööri Petri Leino

Työnjohtaja & työsuojelupäällikkö Reijo Luoma

Työnjohtaja Mikko Kolehmainen

Työnjohtaja Niilo Vesala.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Kirjallisuustutkimus

Pumpputasoitteita on tutkittu aiemmin Metropolia Ammattikorkeakoulussa syksyllä 2009 tehdyssä projektityössä. Työ on tehty NCC Rakennus Oy:lle ja sen tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia käyttää pumpputasoitetta toimitilarakentamisessa. Mm. tuon tutkimuksen perusteella pumpputasoitusta on lähdetty kokeilemaan. Tämän opinnäytetyön tekijä oli mukana 2009 tehdyssä projektityössä, ja kyseinen tutkimus toimi erinomaisena pohjatyönä tälle opinnäytetyölle. Tuosta projektityön materiaalista ja materiaalivalmistajien internet-sivuilta saaduista tuotekorteista kerättiin teoriatietoa pumpputasoitteista ja niiden käytöstä.

6.2 Haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin NCC Rakennus Oy:n Airport Plaza Business Park Pilkkeen työmaalta vastaavaa mestaria Antti Virtasta, työnjohtaja Mikko Kolehmaista ja työmaainsinööri Jaakko Hakalaa. Heiltä kerättiin käytännön kokemuksia toteutetusta kohteesta. Syksyllä 2009 projektityön yhteydessä oli haastateltu Vantaan Tiililattiat Oy:n toimitusjohtajaa Harri Holmgrenia ja Espoon Lattiapinnoitus Oy:n toimitusjohtajaa Jussi Peltosta. Kyseiset yritykset suorittavat pumpputasoituksia pääkaupunkiseudulla. Näistä haastatte- luista saatiin silloin runsaasti tietoa. Nyt kun tutkittiin käytännön kohteessa toteutettua pumpputasoitusta, avautuivat näiden haastatteluiden tiedot entistä paremmin ja niitä hyödynnettiinkin tässä tutkimuksessa. Kyseisiltä materi- aalitoimittajilta pyydettiin myös lisäinformaatiota sähköpostilla tässä tutki- muksessa esille tulleisiin uusiin kysymyksiin ja asioihin.

6.3 Dokumenttien kokoaminen

Tiedollisesti tärkein lähde tutkimuksessa oli toteutetusta kohteesta saadut dokumentit. Tutkimuksessa kerättiin Airport Plaza Business Park Pilkkeen työmaalta rakennusaikaisia dokumentteja. Työmaalta saatiin käyttöön laskut pumpputasoituksesta ja omilla työntekijöillä tehtyjen töiden kustannukset. Näiden tietojen perusteella voidaan laskea pumpputasoituksesta syntyneet kustannukset neliömetriä kohden. Lisäksi työmaalta saatiin dokumentit pumpputasoitettujen lattioiden kosteusmittauksista, aikataulusta ja kohteen yleistiedot kuten kohteen laajuus ja runkoratkaisu. Tutkimuksen tärkeimpiä

teemoja on käytännön toteutus, joten työmaalta saadut dokumentit ovat erittäin tärkeitä tutkimuksen kannalta, koska niiden perusteella saadaan selville, mitä pumpputasoitus todellisuudessa on tullut maksamaan.

Tutkimuksessa seurattiin myös Pilkkeen aulan lattian pumpputasoitusta, josta otettiin valokuvia raporttiin ja kerättiin tietoa itse tasoituksen suorittajilta.

Vertailua varten saatiin NCC Rakennus Oy:n toisesta toimistokohteesta pintabetonilattian kustannustiedot, joita voidaan vertailla pumpputasoituksen kustannuksiin.

7 KUSTANNUKSET

7.1 Tutkimuskohteen toteutuneet kustannukset

Tutkittavassa kohteessa pumpputasoitukset on suoritettu kerroksittain. Urakoitsija oli myös laskuttanut työstä kerroksittain, mikä mahdollistaa kerroskohtaisten kustannusten laskemisen. Laskuista ja niiden liitteinä olevista pumppauspöytäkirjoista selvisi

- pumppauksen päivämäärä
- rakennuksen kerros
- pumpatun alueen neliömäärä
- tasoitteen menekki kilogrammoina
- pumppauksen neliöhinta
- tasoitteen kilohinta
- mahdolliset rahtikulut.

Tasoitteen hankinnassa toimittiin niin, että työmaalle tilattiin reilusti tasoitetta ja ylijääneet urakoitsija kuljetti pois ja hyvitti niiden hinnan. Tuo hyvitys oli myös kirjattu laskuihin. Lisäksi työmaainsinööriltä saatiin omilla työntekijöillä tehtyjen töiden kustannukset. Tuo summa on luonnollisesti huomioitava, kun lasketaan lopullisia kustannuksia neliötä kohden. Urakoitsijana kohteessa toimi Vantaan Tiililattiat ja pumppaus on suoritettu Maxit Floor 4150-lattiatasoitteella. [12.]

7.1.1 Kustannusten muodostuminen

Pumpattua pinta-alaa rakennuksessa oli laskutuksen mukaan 4527 m². Yhteensä Maxit Floor 4150 tasoitetta kului kaikkiin kerroksiin 181 630 kg. Jakamalla tasoitemenekki kokonaispinta-alalla saadaan keskimääräinen tasoi-
te menekki kilogrammoina neliötä kohden.

$$\frac{181\,630\,kg}{4527\,m^2} = 40,12\,kg/m^2$$

Maxit Floor 4150 tuotekortin mukaan tasoitemenekki neliömetriä kohden 1 mm:n kerroksella on 1,7 kg. Jakamalla tällä menekillä keskimääräinen kilomäärä neliötä kohden saadaan koko rakennuksen keskimääräinen tasoitepaksuus millimetreinä.

$$\frac{40,12 \text{ kg/m}^2}{1,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}/\text{mm}} = 23,6 \text{ mm}$$

Laskuista saatujen tietojen mukaan voidaan myös laskea jokaisen kerroksen menekit ja tasoitepaksuudet erikseen (Taulukko 2).

Taulukko 2. Materiaalimenekit kerroksittain

Kerros	Pumpattu pinta-ala m ²	Tasoiitteen menekki kg	Kesk.määr. tasoite menekki kg/m ²	Kesk.määr. tasoite paksuus mm/m ²
1	488	20600	42,21	24,8
2	687	21800	31,73	18,7
3	687	27050	39,37	23,2
4	687	33100	48,18	28,3
5	683	27600	40,41	23,8
6	687	27000	39,30	23,1
7	608	24480	40,26	23,7
Koko rak.	4527	181630	40,12	23,6

Kokonaiskustannuksien laskennassa täytyy ottaa huomioon pumpppaustyön hinta, materiaalien hinta, rahtikulut ja omien töiden kustannukset. Kohteessa pumpppaustyön kustannukset olivat 1,10 €/m², joten pumpppaustyön kustannukseksi muodostui 4 979,70 €. Maxit Floor 4510-tasoiitteen hinta on 0,325 €/kg, näin ollen 181 630 kg määrä tasoiitetta maksaa 59 029,75 €, tähän lisätään vielä rahtikuluja 468 €. Omien töiden kustannusten ollessa 20 083 € saadaan kaikkien kustannusten yhteissummaksi 84 560, 45 €. Jakamalla kokonaiskustannus pumpattujen lattioiden neliöillä saadaan plaanolattialle kustannukseksi 18,67 €.

$$\frac{4527 \text{ m}^2 \times 1,10 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} + 181\,630 \text{ kg} \times 0,325 \frac{\text{€}}{\text{kg}} + 468 \text{ €} + 20\,083 \text{ €}}{4527 \text{ m}^2} = 18,67 \text{ €/m}^2$$

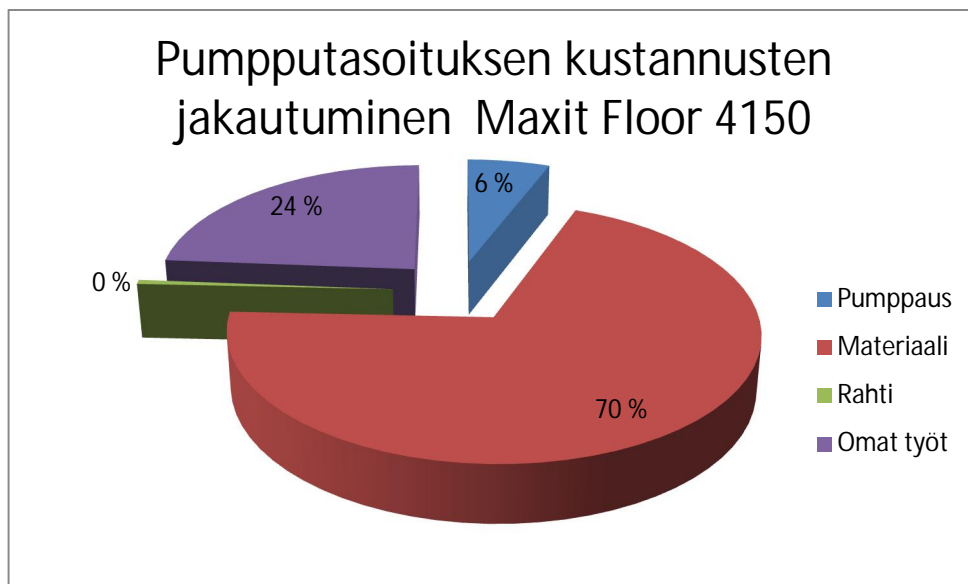
Kulut voidaan myös laskea kerroskohtaisesti (Taulukko 3). Taulukossa omat työt on jaettu neliöiden mukaan ja rahtikulut tasan kerrosten välillä. [12.]

Taulukko 3. Kustannukset kerroksittain

Kerros	Pumppaus €	Tasoitteen hinta €	Rahti €	Omat työt €	Tasoite + pumppaus + rahti + omat työt €
1	536,80 €	6 695,00 €	66,86 €	2 164,90 €	9 463,56 €
2	755,70 €	7 085,00 €	66,86 €	3 047,72 €	10 955,28 €
3	755,70 €	8 791,25 €	66,86 €	3 047,72 €	12 661,53 €
4	755,70 €	10 757,50 €	66,86 €	3 047,72 €	14 627,78 €
5	751,30 €	8 970,00 €	66,86 €	3 029,97 €	12 818,13 €
6	755,70 €	8 775,00 €	66,86 €	3 047,72 €	12 645,28 €
7	668,80 €	7 956,00 €	66,86 €	2 697,25 €	11 388,91 €
Koko rak.	4 979,70 €	59 029,75 €	468,00 €	20 083,00 €	84 560,45 €
				€/m ²	18,68 €

7.1.2 Kustannusten jakaantuminen

Pumpputasoituksesta aiheutuvat kustannukset jakautuvat kolmeen pääryhmään, omilla miehillä tehtäviin valmisteleviin töihin, pumppauksen kustannuksiin ja materiaalikustannuksiin. Materiaalikustannuksista voidaan vielä eritellä rahdin osuus. Näille neljälle osalla voidaan laskea prosenttiosuudet (Kuva 7). Kustannuksista suurin osa muodostuu materiaalikustannuksista. Niiden osuus kokonaiskustannuksista on 70 %. Valmistelevat työt omilla työntekijöillä on 24 %:n osuudella toiseksi suurin ja pumppauksen osuudeksi jää 6 %. Rahtikustannukset ovat vain alle 1 %. [12.]

**Kuva 7.** Pumpputasoituksen kustannusten jakaantuminen

7.2 Pintabetonilattian kustannukset

7.2.1 Kustannusten muodostuminen

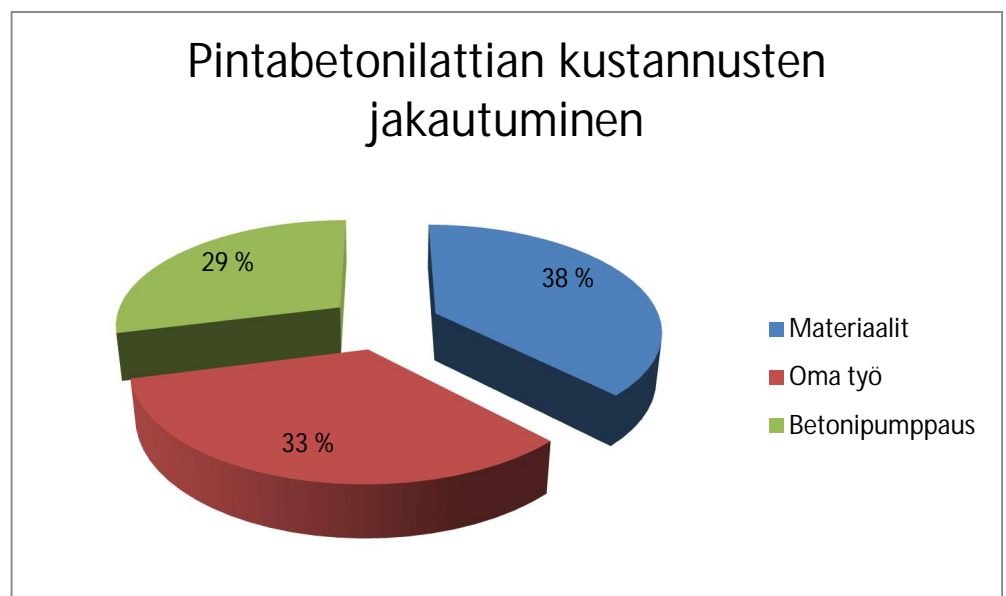
Tutkimukseen saatiin vertailutietoa Airport Business Park Plazan aikaisemman vaiheen Plaza Rondon rakennuksesta. Rakennus on valmistunut joulukuussa 2009, ja kustannukset sekä menekit sen pintabetonilattioista saatiin käyttöön tutkimukseen (Liite 2).

Kohteen pintabetonilattia on alustaan kiinnitetty laatta. Alustana laatalla on ontelolaatasto. Menekin mukaan keskimääräinen toteutunut laatan paksuus on n. 90 mm. Pinta-alaa valetuilla pintabetonilattioilla on 5465 m². Pintabetonilattioiden kokonaiskustannukset ovat olleet saatujen tietojen mukaan 119 929,83 € ennen mattotöiden tasoituksia. Näin ollen neliöhinnaksi voidaan laskea pelkälle lattialle 21,95 €/m². Pintabetonilattian pinta ei ole tässä tapauksessa riittävän tasainen ja suora, jotta siihen voitaisiin asentaa lattian pintamateriaalit suoraan. Näin ollen mattourakoitsija tasoittaa lattiat ennen mattoasennusta. Tästä seuraa merkittävästi kustannuksia, jotka on huomioitava verrattaessa kustannuksia pumpputasoitettuun lattiaan, missä kyseistä tasoitusta ei vaadita.

Saatujen tietojen mukaan (Liite 2) tasoitukset on jaettu kolmeen eri kustannuserään, ennen tasoitusta tehtävään tartuntaa parantavaan primerointiin, itse varsinaiseen lattian tasoitukseen ja ennen mattoasennusta tehtävään tasoitteen hiontaan sekä imurointiin. Pumpputasoitettussa lattiassa toki lattiapinta myös hiotaan ja imuroidaan ennen mattoasennusta, mutta on huomioitava, että pintabetonilaatta hiotaan myös valun jälkeen heti jälkihoidon päätyttyä sementtiliiman poistamiseksi. Näin ollen voidaan laskea tuo mattotöiden yhteydessä tuleva hionta kustannuksia lisääväksi verrattuna pumpputasoitteeseen, kunhan jätetään sementtiliiman poisto huomioimatta. Näin tehdään tutkimuksessa myös sen takia, että sementtiliiman hionnan kustannuksista ei saatu tarkkoja tietoja, mutta ne voidaan olettaa olevan samaa luokkaa kuin tuon jälkimmäisenkin hionnan. Primeroinnin kustannukset ovat olleet 11 166,30 € ja tasoitteen 5 459,08 €. Hionnan ja imuroinnin kustannukset puolestaan ovat olleet 7 203,22 €. Laskemalla nämä kustannukset yhteen ja jakamalla saatavan summan pintabetonilattioiden neliömäärällä saadaan tasoitusten kokonaisneliöhinnaksi 4,36 €/m². Saatua tasoituksen neliöhinta 4,36 €/m² lisätään suoraan pintabetonilattioiden hintaan 21,95 €/m². Näin ollen pumpputasoitukseen vertailtava kustannus on 26,95 €/m². [12.]

7.2.2 Kustannusten jakaantuminen

Pintabetonilattioiden kustannukset voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään, omilla työntekijöillä tehtyihin tuntiin, materiaalikustannuksiin ja betonin pumppauksen kustannuksiin (Kuva 8). Toisin kuin pumpputasoituksessa, pintabetonilattian kustannukset jakaantuvat huomattavasti tasaisemmin. Suurin näistä kolmesta osuudesta on materiaalikustannukset 38 %:n osuudella, oman työn osuus on 33 % ja pumppauksen osuudeksi jää näin ollen 29 %. Kustannusten jakaantumisesta voidaankin havaita, että pintabetonilattian materiaalit ovat suhteessa edullisempia kuin pumpputasoituksessa, mutta pintabetonilattia on huomattavasti työläämpi tehdä.



Kuva 8. Pintabetonilattian kustannusten jakautuminen.

7.3 Pumpputasoituksen ja pintabetonilattian kustannusten vertailu

Tutkimuksen perusteella pumpputasoituksen toteutuneet kustannukset osoittautuivat selvästi pintabetonilattiaa vähäisemmiksi. Tutkittavassa kohteessa materiaalimenekki on onnistuttu pitämään riittävän alhaisena, mikä on merkittävä asia kustannusten muodostumisessa. Pintabetonilattioiden kustannukset neliometriä kohden olivat Plaza Rondossa mattotöiden tasoitusten kanssa yhteensä 26,95 €. Plaza Pilkkeen pumpputasoituksen kustannukset puolestaan olivat 18,68 € neliometriä kohden. Pumpputasoitettu pinta osoittautui niin hyvälaatuiseksi, että se ei vaadi lisätasoituksia ennen pintamateriaalien asennusta. Näin ollen saatujen tietojen perusteella pumpputasoituksen kustannukset ovat vertailussa neliometriä kohden 8,27 € eli n. 30 %

edullisemmat kuin pintabetonilattioiden. Kustannusten jakaantumisessa on myös eroavaisuuksia. Pumpputasoituksessa materiaalikustannukset ovat merkittävässä roolissa kokonaiskustannuksia laskettaessa.

Kustannuksista voidaan myös laskea, paljonko keskimääräinen tasoitemenekki olisi voinut olla, jotta kustannukset neliömetriä kohden olisivat olleet samat kuin vertailtavassa pintabetonilattiassa. Vähentämällä pumpputasoituksen neliöhinta pintabetonilattian neliö hinnasta saadaan selville, kuinka suuri summa neliötä kohden olisi voitu vielä käyttää materiaalikustannuksiin, jotta pysyttäisiin samalla tasolla pintabetonilattian kustannusten kanssa. Tämän summan avulla voidaan myös laskea, kuinka monta millia tasoitetta tuolla summalla olisi saatu lisää neliömetriä kohden.

$$\frac{\frac{26,95\text{€}}{\text{m}^2} - 18,68 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}}{0,325 \frac{\text{€}}{\text{kg}}} \cdot \frac{1,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{\text{mm}} \text{m}^2 = 14,6 \text{ mm}$$

Kaiken kaikkiaan tasoitetta saataisiin siis 14,6 mm:n kerros. Näin ollen taloudellisesti kannattavaksi keskimääräiseksi tasoitepaksuuden rajaksi voidaan määritellä peräti n. 38,3 millimetriä neliömetriä kohden, verrattuna pintabetonilattiaan. Tuosta paksuudesta voidaan määritellä myös ontelolaatoille laskennallinen suurin sallittu kaarevuus. Jos oletetaan ohuimmalla kohdalle (ontelolaattojen korkein kohta) tulisi tasoitetta 8mm, voidaan laskea, että ontelolaattojen korkeimman kohdan alapuolisilla alueilla on tasoitetta keskimäärin n. 30mm. Näin ollen ontelolaatoille voidaan laskea suurimmaksi sallituksi kaarevuudeksi hieman yli 60mm. [12.]

7.4 Kipsitasoitteiden kustannukset

7.4.1 Kipsitasoitteiden kustannusvaikutukset

Vaikkakin kipsipohjaiset tasoitteet ovat kilohinnaltaan edullisempia kuin sementtipohjaiset, kokonaisuudessaan asia ei kuitenkaan ole niin yksiselitteistä.

Kustannuksiin vaikuttaa ensinnäkin se, että kipsipohjaiset ovat ominaispainoltaan hieman painavampia. 1 mm:n kerroksella neliömetriä kohden kipsipohjaiset tasoitteet ovat 0,1 - 0,2 kg painavampia, ja tämä vaikuttaa kustannuksiin nostavasti.

Eniten kustannuksiin vaikuttaa kuitenkin kipsitasoitteiden minimipaksuus. Knauf FE 80-tuotekortin tietojen mukaan kipsitasoitteen minimikerrospaksuus on 20 mm (Taulukko 1). Tämä vaikuttaa kustannuksiin suuresti verrattaessa sementtipohjaisiin tasoitteisiin, joiden minimipaksuus on tuotekorttien mukaan jopa vain 5 mm, vaikkakin urakoitsijan suosittelema minimipaksuus on 8 mm. Tämä tarkoittaa sitä, että kipsipohjaista tasoitetta täytyy pumpata 12 mm enemmän ja näin ollen vaikutus kustannuksiin on suuri.

Lisäksi on myös huomioitava, että Knauf FE 80:n tuotekortin mukaan kipsipohjaisen tasoitteen päälle ei suoraan voi asentaa PVC-, tekstiili- tai lino-leummattoa, vaan ne vaativat ylitasoituksen esim. Knauf lattiatasoite 415-tasoitteella. Näitä pintamateriaaleja käytettäessä tämä luonnollisestikin nostaa kustannuksia verrattuna sementtipohjaisiin tasoitteisiin, joiden päälle kyseisetkin materiaalit voidaan asentaa ilman erillistä ylitasoitusta. [2; 7; 12]

7.4.2 Teoreettinen kustannuslaskelma

Käyttämällä tutkimuskohteesta saatuja tietoja materiaalimenekistä voidaan tehdä teoreettinen laskelma syntyvistä kustannuksista kipsitasoitteilla tehtynä. Jos oletetaan käytettäväksi Knauf FE 80-lattiatasoitetta, on tärkeää huomioda 20 mm:n vähimmäispaksuus. Jos oletetaan, että tutkimuskohteessa tasoitteen toteutunut minimipaksuus sementtipohjaisilla tasoitteilla on ollut n. 10 mm, niin keskimääräiseen kerrospaksuuteen neliömetriä kohden on lisättävä 10 mm lisää, johtuen kipsitasoitteiden materiaaliominaisuuksista (Taulukko 1). Airport Plaza Pilkkeen keskimääräinen tasoitepaksuus on aiempien laskelmien mukaan (Taulukko 2) 23,6 mm, joten kipsitasoitteella tehtynä keskimääräisen tasoitepaksuuden voi siis olettaa olevan 33,6 mm. Knauf FE 80-tasoitteen ominaispainoksi ilmoitetaan millimetrin kerroksella 1,8 kg neliömetriä kohden. Tämän tiedon avulla voidaan laskea menekki neliömetriä kohden ja siitä edelleen koko rakennuksen menekki kilogrammoina.

$$33,6 \text{ mm} \times 1,8 \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{\text{mm}} = 60,48 \text{ kg/m}^2$$

$$60,48 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 4527 \text{ m}^2 = 273\,792,96 \text{ kg}$$

Knauf FE 80-tasoitteen hinta on karkeasti arvioituna n. 0,25 €/kg. Hinta toki voi vaihdella riippuen urakoitsijasta ja sopimuksesta. Tässä tutkimuksessa

kuitenkin käytetään tuota hintaa vertailussa. Näin ollen 273 792, 96 kg tasoi-temenekillä lattioiden materiaalikustannuksiksi muodostuu 68 448,24 €.

$$273\,792,96\,kg \times 0,25 \frac{\text{€}}{kg} = 68\,448,24\,€$$

Muut kulut kuin materiaalikustannukset ovat kipsitasoitteilla teoriassa samat kuin sementtipohjaisillakin. Näin ollen laskemalla kulut yhteen voidaan laskea kipsitasoitteiden teoreettiset kustannukset neliömetriä kohden

$$\frac{4527\,m^2 \times 1,10 \frac{\text{€}}{m^2} + 273\,792,96\,kg \times 0,25 \frac{\text{€}}{kg} + 468\,€ + 20\,083\,€}{4527\,m^2} = 20,75\,€/m^2$$

Näin ollen kipsitasoitteiden kustannukset ovat selvästi korkeammat kuin sementtipohjaisten tasoitteiden. Kustannukset kuitenkin jäävät selkeästi pintabetonilattian kustannuksia alhaisemmaksi, jos pintamateriaalina ei käytetä PVC-, linoleum- tai muovimattoja. Näitä käytettäessä joudutaan ennen pintamateriaalien asennusta suorittamaan ylitasoitus samoin kuin pintabetonilattiassa. Tämä nostaa kustannukset lähelle pintabetonilattian kustannuksia. Mikäli kuitenkin 20 mm:n minimipaksuudesta voidaan tinkiä laadun ja ominaisuuksien siitä kärsimättä, voidaan kipsitasoitteella päästä jopa sementtipohjaisen tasoitteiden hintojen alapuolelle. Siinä tapauksessa kipsitasoitteet voisivat olla varteenotettava vaihtoehto. [2; 7; 12]

8 VAIKUTUKSET RAKENNESUUNNITTELUUN

Jos rakennuksen lattiat tehdään pintabetonin sijaan pumpputasoitteilla, vaikuttaa se myös rakennesuunnittelijan toimintaan. Tämänkin vuoksi päätös pumpputasoitteiden käytöstä täytyy tehdä jo rakennushankkeen alussa. Pintabetonilattiaan voidaan kiinnittää erilaisia kiinnikkeitä ja raudoitteita, kun taas pumpputasoitetta käytettäessä tämä ei ole mahdollista. Pintabetonilattiaan sijoitettavalla raudoitusverkolla voidaan myös hillitä palkkilinjoilla syntyviä halkeamia. Toisinaan esimerkiksi ontelolaattojen saumarautoja joudutaan tason jäykistämiseksi kuljettamaan ontelolaattojen ylitse käytettäessä pintabetonia. Jos taas käytössä on pumpputasoitteet, joudutaan näissä tapauksissa käyttämään esimerkiksi matalampia ontelolaattoja, joiden päälle voidaan tuoda raudoitteet toiselta ontelolaatalta. Pilkkeen tutkimuskohteessa on juurikin näin jouduttu toimimaan. Kohteessa on käytetty pääsääntöisesti P32-tyyppisiä ontelolaattoja, mutta kohdissa joissa raudoitteet tulevat ontelolaatan päälle, on käytetty P20 -ontelolaattoja. Ontelolaattojen päälle saadaan myös pulttikiinnityksiä, jotka ”piiloutuvat” pintabetonikerrokseen. Pintabetonin avulla voidaan myös suunnitella rakenteita toimimaan liittorakenteina. Tämä hillitsee palkin käyristymää, mikä taas vaikuttaa ontelolaattojen hammastukseen. Ontelolaattojen päällä pintabetonilla hammastus on helpommin hallittavissa. Pumpputasoitteiden käyttö siis tuo uusia haasteita myös rakennesuunnittelijan työhön. [13.]

9 AIKATAULU

Pumpputasoitus eroaa myös aikataulun kannalta betonilattiasta. Perinteisesti pintabetonilattiat on valettu aikaisessa vaiheessa, jotta lattia saadaan kuivumaan riittävän ajoissa ennen pintamateriaalien asennusta. Pumpputasoitteet kuivuvat huomattavasti nopeammin ja ovat kävelykuivia jo muutaman tunnin päästä tasoituksesta. Tutkittavasta kohteesta saatiin kosteusmittauspöytäkirja käyttöön. Kosteusmittaukset on suoritettu 10.8.2010 eli n. kahden kuukauden kuluttua tasoituksista, riippuen mitattavasta kerroksesta. Oheisessa taulukossa on nähtävillä mm. mittausten tulokset ja tasoisten ajankohdat.

Taulukko 4. Kosteusmittausten tulokset

Kosteusmittaukset

Pumpputasoitettu lattia Airport Plaza Pilke	Ilm.suht.Kost	82,60 %
Porauspäivä 6.8.2010	Sisäl.	20,7 °C
Mittauspäivä 10.8.2010	Uikol.	20,6 °C
Mittauslaite	Vaisala HMP44	

Kerros	Tasointuspäivä	Kuivumisaika vrk	Mittauspaikka	Mittaus-syvyys mm	L-tila °C	RH%
1	17.6.2010	54	WC-lattia	40	21,2	82,6
1	17.6.2010	54	WC-lattia	20	21,1	76,2
2	7.6.2010	64	WC-lattia	40	22,0	83,2
2	7.6.2010	64	WC-lattia	20	21,7	74,8
3	11.6.2010	60	WC-lattia	40	22,3	82,9
3	11.6.2010	60	WC-lattia	20	21,9	77,1
5	6.7.2010	35	Toimiston lattia	40	20,5	97,0
5	6.7.2010	35	Toimiston lattia	20	20,3	97,0

Taulukosta nähdään, että kosteudet ovat korkeimmillaankin alle 85 RH%. Viidennen kerroksen mittaustulokset toki ovat 97 RH%, mutta kyseisissä mittauspisteissä oli ilmeisesti lattian pinnalle päässyt vettä, mikä aiheutti vääris-

tyneet mittaustulokset. Todellisuudessa kosteudet lienevät muiden mittaus-tulosten kaltaisia. [12.]

9.1 Pumpputasoituksen ajoitus

Pumpputasoitus voidaan siis ajoittaa huomattavasti myöhäisemmäksi kuin pintabetonilattian valu. Kuivumisaikojen lisäksi ajoitukseen vaikuttaa muuta-ma tekijä.

Pumpputasoite on arka vedolle ennen kuivumistaan, joten rakennuksen vai-pan tulisi olla mahdollisimman tiivis, kun tasoitusta aletaan suorittaa. Avo-naiset aukot julkisivuissa voidaan toki pressuttaa umpeen, mutta tästä luon-nollisesti aiheutuu kuluja. Mitä paremmin rakennuksen julkisivu on ummes-sa, sitä vähemmän suojauksesta syntyy kuluja.

Yleisimpiä pumpputasoitteita käytettäessä ilman ja alustan lämpötila tulisi tasoituksen aikana ja viikko sen jälkeen olla $+10^{\circ}\text{C}$ – $+25^{\circ}\text{C}$ välillä. Myös tämän vaatimuksen täytyminen edellyttää tiettyä tiiveyttä rungon osalta ja talven kylmimpinä kuukausina tehtäviä pumpputasoituksia lienee suositelta-vaa välttää, mikäli se vain on mahdollista.

Pumppauksen aikana seinäpinnoille saattaa roiskua tasoitepisaroita. Tästä johtuen seinien tasoite- ja maalaustöitä ei ole suositeltavaa tehdä ennen pumpputasoituksen suorittamista. Lisäksi seinien tasoituksesta ja maalauk-sesta onteloiden päälle putoava laasti ja maali heikentävät pumpputasoit-teen tartuntaa, joten ne täytyisi poistaa lattialta.

Tutkitussa kohteessa tate-asennukset ja sähköarinat asennettiin otsiin vasta pumpputasoituksen jälkeen. Saatujen kokemusten perusteella nämä asen-nukset voisi tehdä ensin ja vasta sen jälkeen suorittaa pumpputasoitus. Kos-teusmittausten perusteella lattiat ovat olleet riittävän kuivat pintamateriaaleil-le 10.8.2010 suoritetuissa mittauksissa. [2; 3; 12.]

9.2 Vaikutus muihin työvaiheisiin

Itse pumpputasoituksen vaikutukset muihin käynnissä oleviin työvaiheisiin ovat vähäisiä. Toki kerroksessa tai alueella, jossa pumppausta suoritetaan, ei voi olla muita työvaiheita samanaikaisesti käynnissä ja se on tyhjennettä-vä kaikista tavaroista ja materiaaleista. Mutta käytännössä pumpputasoitus vaatii vain yhden päivän aikaa, joten heti seuraavana päivänä kerroksessa

päästään jatkamaan muita työvaiheita normaalisti. Itse työmaalla tasointu näkyy vain pumppausyksikkönä pihalla (Kuva 9), pumpattavalle alueelle menevänä letkuna ja muutamana työntekijänä työmaalla. Melua, pölyä tai hajua pumpputasoituksesta ei aiheudu. Itse pumppaustyö on varsin nopeaa. Tutkimuksessa käytiin seuraamassa aulan lattian pumppausta Pilkkeen työmaalla ja kyseisen n. 160 m² alueen pumppaus kesti vain hieman yli tunnin. [2; 3; 12.]



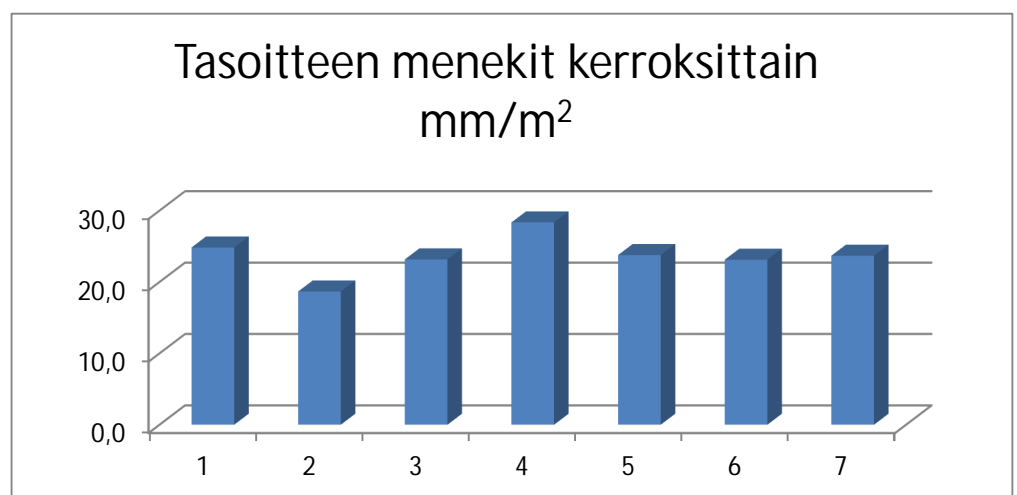
Kuva 9. Pumppauskalusto Pilkkeen työmaalla.

10 TYÖNSUUNNITTELU

10.1 Vaikutus elementtiasennukseen ja saumavaluihin

Jos lattiat tehdään pumpputasoiteilla, on tämä huomioitava myös elementtiasennuksessa ja niiden saumavaluissa muutamina asioina, mihin tulee kiinnittää erityisesti huomioita.

- Ontelolaattojen asennukseen on kiinnitettävä huomioita, jotta ontelolaatat tulisivat mahdollisimman hyvin samaan tasoon. Yksi muita korkeammalla oleva ontelolaatta vaikuttaa merkittävästi tasoitteen menekkiin, mikä puolestaan on suurin tekijä kustannuksissa (Kuva 7).
- Korkovirheet runkoelementeissä tai niiden asennuksessa aiheuttavat helposti tasoitteen menekin lisääntymistä. Tutkittavassa kohteessa 3. kerroksen elementeissä oli pieni mittavirhe, joka nosti 4. kerroksen ontelolaataston yhtä kulmaa hieman. Tämä sinänsä pieni virhe näkyy selvästi kerroksien tasoitemenekissä (Kuva 10). Muiden kerrosten keskimääräisen menekin ollessa 23 - 24 mm oli 4. kerroksen menekki 28,3 mm. Materiaalikustannuksia tuo menekin kasvaminen nostatti kyseisen kerroksen kohdalla n. 2 000 €. Seuraavassa kerroksessa kyseinen mittavirhe saatiin korjattua, mikä näkyy suoraan materiaali-menekissäkin. 2. kerroksen vähäinen materiaali-menekki selittyy todennäköisesti erittäin tasaisesta ontelokentästä.



Kuva 10. Tasoitteen menekit kerroksittain

- Ontelokentän saumavaluissa tulee kiinnittää erityistä huomioita päätyvaluihin, jotta niihin ei jää reikiä, joista tasoite voi valua onteloihin. Muutoinkin saumavalujen tulee olla tiiviitä vuotojen ehkäisemiseksi.
- Saumavalun jälkeen saumat tulee siistiä hyvin, jotta varsinkin ontelolaattojen keskiosalla ei ole valuroiskeita. Ohuimmassa kohdassa tasoitetta voi olla ainoastaan 5 mm, ja näillä alueilla valuroiskeet haittaavat tasoitusta. Saumat onkin hyvä työnnellä esim. petkeleellä puhtaaksi viimeistään seuraavana päivänä. [2; 3; 12.]

10.2 Työsuoritteet ennen pumpputasoitusta

Varsinainen pumpputasoitus on varsin nopeaa tehdä, joten tasoitus kannattaa suorittaa kerroksittain. Kerroksien jakaminen osiin ei ole pumpputasoituksen kannalta tarpeellista. Toki se on mahdollista, jos muut syyt vaativat näin toimimaan. Tutkitussa kohteessa pumppaus suoritettiin kerroksittain ja pumpattavat alueet olivat pinta-alaltaan hieman alle 700 neliömetrin laajuisia, pois lukien 1. kerros, jonka aulan pumppaus suoritettiin vasta lokakuussa muiden työvaiheiden vuoksi. Ennen pumpputasoitusta on syytä kiinnittää huomioita muutamiin seikkoihin ja tehdä seuraavat työsuoritteet:

- Pumpattava kerros/alue on tyhjennettävä materiaaleista ja työkaluista.
- Työmaalle on varattava pumppausyksikölle 32 A:n virta ja vesipiste (jos näitä ei saatavilla, selvitettävä, löytyykö kalustoa, jossa on vesisäiliö ja generaattori).
- Pumpputasoite on arka vedolle, joten kaikki aukot rakennuksen ulkovaipassa on syytä suojata pumpattavan kerroksen tai alueen osalta.
- Pumpattavan tilan ja alustan lämpötila tulee olla vähintään +10 °C .
- Ontelokentän tiiveys on tarkistettava. Erityisesti on kiinnitettävä huomioita läpivienteihin, onteloiden saumavaluihin sekä onteloiden päätyvaluihin. Pumpputasoite on varsin juoksevaa ja valuu pienestäkin reiästä.
- Lattiassa olevat kohoumat ym. korkeat kohdat kannattaa poistaa jyrsimällä, mikäli se on mahdollista.

- Pumpattava alue on puhdistettava epäpuhtauksista.
- Korkomerkit on asennettava lattiaan ennen pumppauksen aloittamista (Kuva 11).
- Tarvittaessa pumppaamatta jätettävät alueet on rajattava esimerkiksi rimoilla (Kuva 12).



Kuva 11. Korkomerkkeinä käytetään yleensä ruuveja



Kuva 12. Eteisen syvennys rajattu rimoilla tasoitettavasta alueesta

11 LAATU

Pumpputasoituksella saavutettava laatu on myös yksi merkittävä tekijä kokonaisvertailussa. Laatuongelmia ei juurikaan ole tullut tietoon. Tutkittavassa kohteessa mattourakoitsija totesi pumpputasoitettun pinnan (Kuva 13) niin hyväksi, että erillistä ylitasoitusta ei ole tarpeen tehdä ennen pintamateriaalien hiontaa. Lattiaan on syntynyt joitain kolhuja muista työvaiheista ja nämä luonnollisesti täytyy tasoittaa, mutta niiden osuus on niin pieni, että varsinaista kustannusvaikutusta sillä ei ole. Lattiat eivät myöskään ole halkeilleet, eikä tasoite ole irronnut alustasta. Alustassa pysymiseen luonnollisesti vaikuttaa alustan puhtaus ennen pumppausta. Mikäli siinä ei ole epäpuhtauksia ja lattia primeroidaan hyvin, tasoite pysyy alustassaan erinomaisesti.



Kuva 13. Juuri pumpattua valmista lattiapintaa Pilkkeen toimistotalon aulassa.

Lisäksi suorat lattiapinnat helpottavat myös muiden työvaiheiden suorittamista ja parantavat niiden laatua. Esimerkiksi lattian listoitukset on huomattavasti helpompi asentaa eikä rumia rakoja jää lattian epätasaisuuksien vuoksi. Myös toimistotiloissa yleiset lasiseinät vaativat suoran alustan ja pumpputasoitettu lattia luo erinomaisen pohjan niille. Materiaalivalmistajan käyttöohjeita noudattamalla lopputulos on laadultaan hyvä. Pitää siis muistaa minimipaksuudet tasoitteelle, sillä liian ohut kerros voi aiheuttaa sen, että pinta ei tasoitu riittävästi. Samoin veto tasoitettavassa tilassa voi aiheuttaa laatuongelmia.

Toimistotiloissa konttorituolien renkaat rasittavat lattiaa ja tasoitteen kesto tuon rasituksen alla onkin yksi asia, mikä varmasti herättää kysymyksiä. Sementtipohjaiset tasoitteet ovat lujuudeltaan K25 - K30, ja niiden pitäisi olla riittävän kovia kestämään tuon rasituksen. Tutkimuksissa ei myöskään selvinnyt, että nykyisillä materiaaleilla olisi havaittu ongelmia sen suhteen. Materiaaliominaisuudet ovatkin varmasti kehittyneet paremmiksi verrattuna aiempaan. Yksi syy, miksi toki tasoite voi jäädä pehmeäksi, on liika veden käyttö, mutta sekoittimet pumppauskonteissa on nykyään myös niin kehittyneitä, että niiden pitäisi automaattisesti pitää suhteet oikeina, joten laatuongelmia ei sen suhteen pitäisi myöskään syntyä. Tietysti, vaikka kalusto on luotettavaa ja nykyaikaista, vaatii se myös käyttäjiksi ammattitaitoiset työntekijät. Voidaankin sanoa, että jos noudatetaan materiaalivalmistajan ohjeita, lopputulos on varmasti laadukas ja kestävä. [2; 3; 12.]

12 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia pumpputasoiteista saatuja käytännön kokemuksia Airport Plaza Pilkkeen kohteesta sekä vertailla toteutuneita kustannuksia pintabetonilattioiden kustannuksiin. Tavoitteena oli siis selvittää, kumpi on kustannuksiltaan edullisempi ja laadultaan parempi sekä tuottaa tietoa ja ohjeita tulevia projekteja varten.

Tutkimuksessa saatiin työmaalta erinomaisia tietoja kustannuksista ja materiaalimenekeistä. Näitä tietoja analysoimalla voidaan todeta, että vertailussa pumpputasoitus tuli neliometriä kohden 8,27 € eli n. 30 % edullisemmaksi kuin vertailun pintabetonilattia. Pilkkeen kohteessa materiaalimenekki on onnistuttu pitämään alhaisella tasolla ja tämä on merkittävä tekijä kokeilun onnistumisessa. Saavutettu laatu on ollut erinomaista, eikä laatuongelmia ole ilmennyt.

Pumpputasoitteiden käyttö vaatii tiettyihin asioihin huomion kiinnittämistä sekä elementtiasennuksessa että pumpputasoituksen valmistelussa. Kun pidetään ontelokenttä mahdollisimman tasaisena ja huolehditaan tasoitettavan alueen tiiveydestä, pystytään materiaalimenekkiä vähentämään huomattavasti. Lisäksi elementtiasennuksessa tai suunnittelussa syntyvät mitta- tai korkovirheet voivat nostaa huomattavasti materiaalimenekkiä.

Lisäksi pumpputasoitteiden käyttö vaikuttaa aikataulu- ja rakennesuunnitteluun, joten päätös sen käytöstä on tehtävä hyvissä ajoin rakennushankeen alkuvaiheessa.

Työmaan saamien kokemusten perusteella Airport Plazan kolmannen vaiheen seuraavissakin rakennuksissa aiotaan käyttää pumpputasoitteita, ja näin ollen kokeilun voinee todeta olleen onnistunut. Mielenkiintoista onkin nähdä, pysyvätkö kustannukset samalla tasolla tulevissa Airport Plazan kohteissa.

VIITELUETTELO

- [1] NCC Rakennus Oy [verkkosivu] Ncc.fi > Tietoa NCC:stä http://www.ncc.fi/tietoa_nccsta/fi_FI/tietoa_nccsta/ Luettu 24.10.2010
- [2] Toimitusjohtaja Jussi Peltosen haastattelu 8.10.2009. Espoon Lattiapinnoite Oy.
- [3] Toimitusjohtaja Harri Holmgrenin haastattelu 8.10.2009. Vantaan Tiililattiat Oy.
- [4] Maxit Oy Ab. Pumpputasoitteiden tuotekortit [verkkodokumentti]. Maxit.fi > Tuoteluettelo > Laastit, tasoitteet ja vedeneristeet > Lattiatasoitteet > Pumpattavat. Luettu 3.11.2010
- [5] Bostik Oy. Lattiatasoitteiden tuotekortit [verkkodokumentti]. Bostik.fi > Tuotteet > Tuoteryhmät > Lattiatasoitteet. Luettu 3.11.2010
- [6] Kiilto Oy. Lattiatasoitteiden tuotekortit [verkkodokumentti]. Kiilto.fi > Tuotteet > Tuotteet A-Ö. Luettu 3.11.2010
- [7] Knauf Oy. Lattiatasoitteet [verkkodokumentti]. Knauf.fi > Tuotteet > Lattiatasoitteet. Luettu 3.11.2010
- [8] Väri ja Pinta 5/2008 Lehtijuttu Heikkinen Oy:n pumppauskalustosta s. 38-40 Pertti Laakkonen.
- [9] Rakennuslehti 30.11.2006 NCC:n Myyrmäen sosiaali- ja terveysasema on Vuoden Korjaustyömaa Arto Rautiainen.
- [10] Pintabetonilattiat ja uivat lattiat [verkkosivu]. Betoni.fi > Betoniopas > Betoni rakennusmateriaalina > Betonin käyttökohteet > Pintabetonilattiat ja uivat lattiat.
- [11] Business Park Plaza 3-vaihe [verkkosivu]. Ncc.fi > Toimitilat > toimistotilat > Plaza Business Park, Vantaa.
- [12] Plaza Pilkkeen henkilökunnan haastattelu 2.9.2010 ja 30.9.2010 NCC Rakennus Oy.
- [13] Rakennesuunnittelija Maria Jääskeläisen haastattelu 28.10.2010 Optiplan Oy.

Plaza III Pilke
Pumpputasituksen kustannukset ja menekit
Tasote Maxit Floor 4150
Menekki 1mm kerroksella:
Hinta:
Pumppauksen hinta:

1,7	kg/m ²	Valmistelevat työt omilla miehillä	20083 €
0,325	€/kg	Valmistelevat työt omilla miehillä	4,44 €/m ²
1,10	€/m ²	Rahtikulut	468,00 €

Kerros	Pinta-ala m ²	Tasoitteen pumppaus €/m ²	Pumppaus €	Tasoitteen menekki kg	Hinta €/kg	Tasoitteen hinta €	Rahti €	Omat työt €	Tasoite + pumppaus + rahti + omat työt €	Neliöhinta €/m ²
1	488,0	1,10	536,80 €	20600	0,325	6 695,00 €	66,86 €	2 164,90 €	9 463,56 €	19,39 €
2	687,0	1,10	755,70 €	21800	0,325	7 085,00 €	66,86 €	3 047,72 €	10 955,28 €	15,95 €
3	687,0	1,10	755,70 €	27050	0,325	8 791,25 €	66,86 €	3 047,72 €	12 661,53 €	18,43 €
4	687,0	1,10	755,70 €	33100	0,325	10 757,50 €	66,86 €	3 047,72 €	14 627,78 €	21,29 €
5	683,0	1,10	751,30 €	27600	0,325	8 970,00 €	66,86 €	3 029,97 €	12 818,13 €	18,77 €
6	687,0	1,10	755,70 €	27000	0,325	8 775,00 €	66,86 €	3 047,72 €	12 645,28 €	18,41 €
7	608,0	1,10	668,80 €	24480	0,325	7 956,00 €	66,86 €	2 697,25 €	11 388,91 €	18,73 €
YHT	4527,0		4 979,70 €	181630		59 029,75 €	468,00 €	20 083,00 €	84 560,45 €	18,68 €

Kerros	Tasoite menekki kg/m ²	Tasoite paksuus mm/m ²	Neliö hinta €/m ²	€/mm
1	42,21	24,8	19,39 €	0,78 €
2	31,73	18,7	15,95 €	0,85 €
3	39,37	23,2	18,43 €	0,80 €
4	48,18	28,3	21,29 €	0,75 €
5	40,41	23,8	18,77 €	0,79 €
6	39,30	23,1	18,41 €	0,80 €
7	40,26	23,7	18,73 €	0,79 €
YHT	40,12	23,7	18,68 €	0,79 €

Plaza II Rondo

PINTABETONILATTIAT

5465 M2

Suorite	Määrä	Yksikkö	PL	Yks.hinta	Yhteensä
Pintabetonilattiat					
Oma työ	1636 h		1	14,98 €	24 507,28 €
Sosiaalikulut	1636 h		2	9,44 €	15 439,59 €
Injektiohartsi	1 erä		2	275,00 €	275,00 €
Injektiohartsi ja kovetin	54 litra		2	19,15 €	1 034,00 €
Pientarvike	1 erä		2	2 195,00 €	2 195,00 €
Lattiatbetoni K30 nop.sitoutuva	500,5 m3		2	79,80 €	39 939,00 €
Kaista	10 rll		2	9,89 €	98,92 €
Lattiatasoite (1,6 tai 1,8 kg sk)	93 sk		2	7,55 €	702,10 €
Korjausmassa (25 kg säkki)	2 sk		2	18,87 €	37,74 €
Zink tukilista LL=200 mm	188 m		2	4,40 €	827,20 €
Zink tukilista LL=200 mm	4 h		3	32,00 €	128,00 €
Betonipumppausta	5465 m2		3	6,36 €	34 746,00 €
YHTEENSÄ					119 929,83 €
NELIÖHINTA					21,95 €
Mattotyöt (aula ja kellari on mukana, porrashuoneet eivät ole mukana)					
Primer	4962,8 m2		3	2,25 €	11 166,30 €
Tasointus	4962,8 m2		3	1,10 €	5 459,08 €
Tasointeen hionta ja imurointi	5540,94 m2		3	1,30 €	7 203,22 €
YHTEENSÄ					23 828,60 €
NELIÖHINTA					4,36 €
Pintabetonilattiat ja mattotöiden tasointus yhteensä					143 758,43 €
NELIÖHINTA					26,31 €